

УДК 635.82.002.62:664:579

Пасічний В.М., кандидат технічних наук, доцент (НУХТ, Київ)

Ястреба Ю.А., аспірант (ПУСКУ, Полтава)

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ПРИГОТУВАННЯ ПОРОШКОПОДІБНОГО НАПІВФАБРИКАТУ З ГРИБІВ ГЛИВА ЗВИЧАЙНА ЗА МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

*У статті досліджено методику обробки експериментальних досліджень щодо визначення оптимальних умов приготування порошкоподібного напівфабрикату з грибів глива звичайна за мікробіологічними показниками. Отримано математичну модель для прогнозування мікробіологічних показників в залежності від температури і тривалості проведення процесу сушіння.*

**Ключові слова:** *напівфабрикат, повнофакторний експеримент, мікробіологічні показники, режими сушіння*

Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Одною з пріоритетних проблем харчової промисловості є створення і удосконалення нових технологій глибокої комплексної переробки рослинної сировини у концентровані продукти високої якості з значним вмістом біологічно активних речовин. Дані продукти можуть мати оздоровчий вплив на організм людини, сприяють профілактиці аліментарно-залежних станів і захворювань, і при постійному застосуванні усувають дефіцит вітамінів, мікро- і макроелементів, харчових волокон та інших есенціальних речовин [1].

Проте значна частина сировини, яка використовується для виробництва концентрованих харчових продуктів, переобтяжена засвоюваними вуглеводами, і тому ці продукти мають підвищену калорійність.

Тому одним з перспективних напрямів розроблення технологій харчоконцентратів є створення продуктів з використанням сировини в склад яких входять харчові волокна і інші елементи, які відносяться до категорії функціонального харчування.

Нами пропонується використання грибів глива звичайна, як джерела біологічно активних речовин, при виробництві порошкоподібного напівфабрикату. Глива звичайна є джерелом повноцінних білків, вуглеводів, жирів, вітамінів, харчових волокон і мінеральних солей.

Метою статті є обґрунтування режимів сушіння грибів глива звичайна, які забезпечують досягнення мікробіологічних показників, у відповідності з медико-біологічними вимогами до сировини для широкого класу харчових продуктів. Обґрунтування базується на визначенні безпечного рівня мікробіологічного обсіменіння шляхом проведення повнофакторного експерименту.

Виклад основного матеріалу досліджень. Відомо, що технологічні, фізичні, хімічні, мікробіологічні властивості кінцевого продукту є функцією характеристик початкової сировини і параметрів технологічного процесу [2]. Ця залежність має достатньо складний характер, тому при розробці технологій

комплексної переробки рослинної сировини широко використовуються методи системного аналізу [3].

Згідно теорії системного підходу, окрему стадію технологічного процесу можна представити у вигляді параметричної моделі, на яку діють вхідні фактори ( $C_i$ ) і вихідні оптимізуємі параметри ( $Y_i$ ) [3].

Так, для процесу сушіння грибної сировини вагомими факторами є режимні характеристики процесу сушіння: температура та тривалість проведення процесу сушіння, швидкість руху теплоносія та власні характеристики сировини початкове мікробіологічне забруднення та вологість фабрикату.

До вихідних параметрів системи відносяться мікробіологічні показники порошкоподібного напівфабрикату, функціональні властивості і кінцева вологість.

Очевидно, що кількість як вхідних, так і вихідних параметрів параметричної моделі процесу отримання порошкоподібного напівфабрикату з грибів глива звичайна достатньо велика. Тому при постановці плану експерименту доцільно зафіксувати деякі вхідні параметри, зокрема, температуру і тривалість проведення процесу, і прийняти їх як константи, відповідно до результатів виконаних досліджень і виробничих умов.

На підставі результатів досліджень, для оптимізації процесу сушіння грибів глива звичайна були прийняті наступні вхідні параметри:

- $C_1$  – температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- $C_2$  – тривалість сушіння,  $\tau$ , хв.

Параметрична модель процесу сушіння грибів глива звичайна представлена на рисунку 1.



Рисунок 1 – Параметрична модель процесу сушіння грибів глива

Основним вихідним критерієм оптимальності системи був вибраний мікробіологічний параметр порошкоподібного напівфабрикату з грибів глива звичайна – кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, що визначає можливість його використання у виробництві комбінованих м'ясопродуктів з високим вологовмістом.

Основою для проведення процесу сушіння стали експериментальні дані, отримані у вигляді регресивної залежності:

$$Y = f(X_1, X_2) \quad (1)$$

В результаті експериментальної оцінки рівнів факторів в приведених нижче інтервалах значень мінімізується рівень загального мікробіологічного

обсемінення МАФАНМ грибного напівфабрикату і пригнічується життєдіяльності шкідливих мікроорганізмів.

- Для фактора  $C_1$  – 60...100 °C;
- Для фактора  $C_2$  – 10 ...60 хв.

Кодування факторів проводили за формулами:

$$X_1 = (t_i - t_0) / \lambda_1; \quad (2)$$

$$X_2 = (\tau_i - \tau_0) / \lambda_2; \quad (3)$$

де  $t_i, \tau_i$  – натуральні значення факторів;

$t_0, \tau_0$  – натуральні значення факторів на нульовому рівні;

$\lambda_1, \lambda_2$ , – натуральні значення інтервалу варіювання відповідного фактора, які визначаються по формулі:

$$\lambda_i = (C_i^+ - C_i^-) / 2 \quad (4)$$

де  $C_{i+}, C_{i-}$  – натуральні значення вхідних параметрів відповідно на верхньому і нижньому рівнях [3].

Інтервали варіювання факторів наведено в таблиці 1

Таблиця 1 – Межі зміни вхідних параметрів

Незалежні змінні	$C_1, ^\circ\text{C}$	$C_2, \text{хв.}$
Основний рівень	80	35
Інтервал варіювання	20	25
Верхній рівень	100	60
Нижній рівень	60	10

План експерименту для описаної вище моделі процесів приведений в нижче (Таблиця 2).

Таблиця 2 – План експерименту

n	$X_1$	$X_2$	$X_1 * X_2$	У, КУО/г
1	-1	-1	1	$126,11 \cdot 10^4 \pm 2,5$
2	1	-1	-1	$8,44 \cdot 10^4 \pm 1,2$
3	-1	1	-1	$74,74 \cdot 10^4 \pm 2,8$
4	1	1	1	$6,04 \cdot 10^4 \pm 2,1$
			$\Sigma$	$215,34 \cdot 10^4 \pm 3,0$
			Усер	$53,83 \cdot 10^4 \pm 3,0$

В результаті математичної обробки експериментальних даних на ЕОМ одержана наступна регресійна залежність для процесу сушіння грибів глива звичайна.

$$y = 53,83 \cdot 10^4 - 46,59 \cdot 10^4 \cdot x_1 - 13,44 \cdot 10^4 \cdot x_2 - 12,24 \cdot 10^4 \cdot x_1 x_2$$

де  $Y$  – реальне значення критерію оптимальності для кожного процесу;

$X_i$  – кодовані значення факторів для аналізованих процесів.

Статистичний аналіз значущості коефіцієнтів рівняння регресії і перевірка адекватності рівняння виявили його статистичну достовірність процесу, що досліджувався [4].

Побудована профілограмма залежності обсеменення МАФАНМ грибною напівфабрикату від температури і тривалості сушіння грибів глива звичайна (Рисунок 2) наглядно представляє вплив режимів сушіння на мікробіологічні показники фабрику.

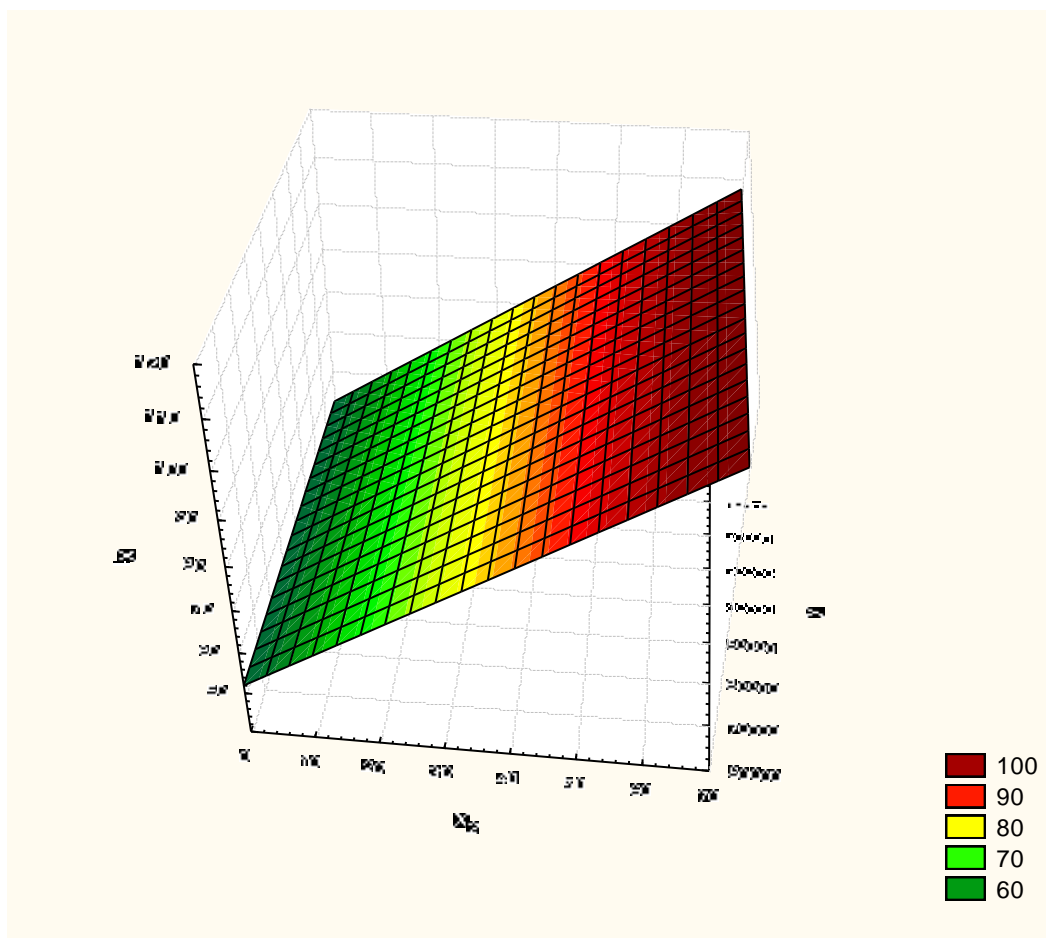


Рисунок 2 – Профілограмма процесу сушіння грибів глива звичайна.

Експериментально набуті і математично розраховані значення параметрів, що оптимізуються, на стадії сушіння грибів глива звичайна використані при складанні принципової технологічної схеми виробництва порошкоподібного напівфабрикату.

Висновки: Представлені на основі дослідження залежності обґрунтовують режим сушіння грибів глива звичайна, який забезпечує мікробіологічну стабільність виробленого з них сухого напівфабрикату з значеннями МАФАНМ, які дають можливість його використання у технологіях комбінованих м'ясопродуктів.

Подальші дослідження за цим напрямом будуть спрямовані на вивчення можливості створення і удосконалення технологій комбінованих м'ясопродуктів з використанням порошкоподібного напівфабрикату з грибів.

### Література

1. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти [Текст]: монографія / Л. В. Капрельянц, К. Г. Іоргачова. – Одеса : Друк, 2003. –312 с. – ISBN 966-8099-83-4.
2. Маркова Е. В. Планирование экспериментов в условиях неоднородности [Текст] / Е. В. Маркова, А. М. Лисенко. – М. : Наука, 1973. - 152 с.
3. Мальцев П. М. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / П. М. Мальцев, Н. А. Емельянова. – К. : Вища шк., 1982. – 191 с.
4. Математическое планирование процессов пищевых производств [Текст]: учеб. пособие / Под ред. Н. В. Остапчука. – К.: Вища шк., 1992. – 175 с.